



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

INSTITUTO DE QUÍMICA

Alisson Rodrigues Dos Santos

**A QUÍMICA DA FOTOGRAFIA E A FOTOGRAFIA DA
QUÍMICA**

Trabalho de Conclusão de Curso em Ensino de Química apresentado ao Instituto de Química da Universidade de Brasília, como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciado em Química.

Orientador: Gerson de Souza Mól

Coorientadora: Ruth Sousa

Brasília 2º/2016

EPIÍGRAFE

Fotografar é desenhar, utilizando a luz como pincel, a natureza como tinta e o filme como tela, podendo assim imortalizar aquela imagem ou momento escolhido, enquanto o mundo segue em contínua mutação. O pôr-do-sol é um momento fugaz, porém mágico, onde a luz que nos permite ver e manifestar a vida, se expõe como entidade e mostra a sua “cara”, numa linda bola de fogo, suspensa no horizonte, podendo ter várias molduras e múltiplas tonalidades. Basta querer enxergar, e quem sabe um dia finalmente ver, que tudo, inclusive nós mesmos, é fruto desta luz, e que dela viemos e para ela retornaremos.”

Dr. Dimos Iksilara

Dedico esse trabalho a todos os professores, químicos e amantes da fotografia.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por me dar saúde e energia para levantar a cada manhã com o sentimento de garra e de quem corre contra o tempo para tentar fazer diferença nesse mundo que tende ao caos.

Queria agradecer aos meus pais, Edimilson Lourenço dos Santos e Ilma Alves Rodrigues que sempre me ajudaram, principalmente com incentivos para que eu seguisse a carreira que eu sempre quis, não opinando sobre essa minha escolha. Agradeço também a minha irmã Maize Rodrigues dos Santos e meu grande amigo de graduação Luan Freire.

Queria agradecer ao professor Doutor Ângelo Lira que me fez ver a química orgânica de uma forma diferente, ao professor Doutor Carlos Kleber, ao professor Doutor Alexandre Fonseca por sua forma calma e atenciosa de explicar os conteúdos. Também queria agradecer ao professor Doutor Ricardo Gauche por continuar tentando formar bons professores e além de tudo ótimas pessoas que pensam e refletem sobre suas ações e sobre o que elas podem causar no meio em que vivemos.

Quero agradecer muito a meu orientador Doutor Gerson Mol, que me fez abrir a cabeça e procurar mais sobre fotografia em outros departamentos da Universidade de Brasília, e não ficar preso apenas ao Instituto de Química. Quem me ensinou bastante em todo esse tempo também foi a minha co-orientadora Ruth Souza que me abriu as portas para um novo mundo, onde existem muitas pessoas como eu que amam a arte e a química por trás da fotografia.

Quero agradecer também a minha namorada Raissa Maria Rabelo que sempre ouviu milhões de vezes eu falar sobre fotografia incessantemente, e que sempre me incentivou a crescer cada dia mais como pesquisador e como pessoa.

SUMÁRIO

Introdução	7
Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional	10
História da Fotografia.....	13
Entrando na parte da Química	18
Cianotipia	22
Antotipia	36
Metodologia.....	45
Resultados e discussão	48
Conclusões.....	53
Referências	55

RESUMO

Esse trabalho tem como proposta principal a utilização da fotografia como tema gerador, na tentativa de explicar química com uma visão CTS de ensino. Geralmente o aluno que estuda química fica bastante preso nas aulas teóricas, e acaba não conseguindo entender sobre as aplicações da química. O professor que geralmente deveria tomar a iniciativa de tornar as aulas mais atrativas muitas vezes deixa a desejar, fazendo com que os alunos percam o interesse nos conteúdos da química.

A principal ideia é trazer o conteúdo na forma de uma oficina, para que o aluno entenda melhor sobre a interdisciplinaridade entre os conhecimentos, e que assim ele possa compreender o mundo de uma forma diferente, percebendo as aplicações dos conceitos da química onde antes não percebia, e dessa vez de uma forma prazerosa. Ao final deste trabalho será proposta uma atividade de revelação fotográfica com uma abordagem CTS de ensino.

Palavras-chaves: Cianotipia, antotipia, fotoquímica.

Introdução

Após muita pesquisa o foco do trabalho foi alterado, anteriormente a ideia era trazer o tema fotografia para os alunos através de um experimento com a câmera POLAROID, que resultaria numa discussão bastante didática e interdisciplinar, onde o aluno teria uma compreensão diferente sobre química envolvida em fotografias. A química é uma matéria que no geral, pode-se observar que há certa dificuldade de aprendizagem por parte dos educandos. Muitos pensadores defendem a ideia de que a aprendizagem é favorecida quando o aluno consegue fazer uma relação sobre o que aprendeu e o seu cotidiano, e nada melhor do que aprender química com o tema fotografia, presente no cotidiano de todos.

A proposta tem como base desenvolver um trabalho que possa ser utilizado em sala de aula, para o professor de ensino médio, ou até mesmo o professor de ensino fundamental que queira trazer mais ação e dinâmica às suas aulas.

Após um ano de pesquisa em processos fotográficos histórico-alternativos concluiu-se que seria interessante fazer um guia sobre fotografia química para o professor interessado em trazer uma oficina para suas aulas do conteúdo de oxiredução. Nesse guia, os experimentos podem ser feitos na própria sala de aula, o que é interessante para o professor, pois, em algumas escolas há uma dificuldade de acesso a laboratórios e muitas vezes pela ineficiência dos mesmos. Nesse caso o professor que se interessar pela oficina deverá criar na sala de aula um ambiente propício para a prática, deixando o ambiente bem escuro durante a mistura dos reagentes e aplicação dos produtos as folhas de papel.

A fotografia utiliza como reagente principal compostos fotossensíveis, o Nitrato de Prata (AgNO_3), que é um reagente tóxico e bastante caro, que costuma ser muito utilizado na fotografia preto e branco e em alguns outros processos. Há muito tempo atrás nos primórdios da fotografia, muitos pesquisadores tentaram procurar formas alternativas para a produção de fotografias, que muitas vezes apresentam um melhor custo benefício, e foram essas formas que deram origem ao nosso trabalho.

Os processos trazidos nessa pesquisa são praticas que utilizam na maioria das vezes, complexos de ferro para a produção de imagens fotográficas. A antotipia é o menos tóxico de todos, que utiliza o “suco” ou extrato de algumas plantas para a produção das imagens, que por sinal se oxida muito facilmente e perde em pouco tempo a imagem formada. Seria interessante para quem se interessar por esse processo, fazer experimentos com agentes antioxidantes na tentativa de aumentar o tempo de vida da imagem.

O processo histórico-alternativo trazido nesse trabalho como proposta de ensino é a Cianotipia. Uma prática bem simples, que produzem imagens com um período pequeno de exposição solar, já a antotipia, muitas vezes necessita de grandes períodos de exposição, dependendo do material utilizado para extração pode chegar a semanas.

Citarei brevemente no estudo da cianotipia algumas “viragens” (técnicas para a mudança da cor da fotografia).

Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

De acordo com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (BRASIL, 1996), “a educação escolar deverá vincular-se ao mundo do trabalho e à prática social” (Art. 1º. § 2º.). “Os currículos (...) devem abranger, obrigatoriamente, (...) o conhecimento do mundo físico e natural e da realidade social e política, especialmente do Brasil” (Art. 26º. § 1º.), no que se refere aos currículos dos ensinos fundamental e médio. Mais especificamente para o ensino médio, algumas das finalidades do ensino devem ser: “o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico” e “a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina” (Art. 35º.).

Venho através deste, trazer uma proposta de ensino que condiz com o que está presente na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (BRASIL, 1996), que é vincular a educação escolar com o mundo do trabalho e a prática social. A fotografia é um tema que hoje em dia está presente em qualquer lugar do mundo, praticamente qualquer aparelho hoje em dia pode tirar fotos, desde celulares até relógios, pode se dizer que a fotografia é um dos temas mais presentes na vida e no cotidiano social das pessoas e dos alunos que são o público alvo do trabalho.

Procurei elaborar um trabalho que aborde outros conteúdos além da química em si. O trabalho pode ser aplicado tranquilamente em aulas de física e até mesmo de arte, pela beleza das fotografias produzidas e também como uma forma de

ressaltar a verdadeira origem da fotografia no campo da arte, que em seu surgimento foi drasticamente criticada por não ser considerada arte por diversos artistas da época. Procurei elaborar um trabalho com uma abordagem na perspectiva CTS, (Ciência, Tecnologia & Sociedade).

Segundo Nascimento (2012)

E o que vem a ser a perspectiva CTS de ensino. Auler (2002), citado por Santos et al (2010) afirma que o movimento CTS teve origem a partir da constatação de que os desenvolvimentos econômico, tecnológico e científico não conduziam ao desenvolvimento do bem-estar da sociedade. No século passado, observamos um grande boom tecnológico no período pós 2ª Guerra Mundial, gerando, em consequência, uma crença na superioridade do conhecimento científico como um sentimento geral da população da época. Tiveram início, então, as discussões em torno da neutralidade da ciência, da função social que esta deveria possuir e do desenvolvimento tecnológico, seguindo esta mesma linha. Nascimento (2012, p.12)

Neste contexto, segundo Santos (2010), desenvolveram-se três vertentes do pensamento CTS: a) na investigação, em contraposição à visão tradicional de ciência e tecnologia (C&T), focando numa visão não essencialista e contextualizada socialmente; b) nas políticas públicas, fortalecendo as tomadas de decisão e proporcionando a regulação social da C&T; c) na educação, decorrente da nova visão acerca da C&T, inserindo programas e materiais CTS no ensino. A partir dos anos 70, foram desenvolvidos materiais com abordagem CTS para todos os níveis de ensino, desde o Fundamental até a Graduação, mais fortemente nos Estados Unidos, Canadá e Europa. No Brasil, o movimento foi mais pronunciado a partir dos anos 90, mas desde a década de 70 já aparecia o interesse de inclusão desta perspectiva nos currículos escolares.

De acordo com (AULER, 2002, citado por SANTOS, MORTIMER, 2000), objetivando a capacidade de tomada de decisão (SANTOS, SCHNETZLER, 1997 e SANTOS, MORTIMER, 2000, citados por SANTOS et al., 2010), que está relacionada “à solução de problemas da vida real em seus aspectos sociais, tecnológicos, econômicos e políticos, o que significa preparar o indivíduo para participar ativamente na sociedade democrática”. Além disto, há a “necessidade de o aluno adquirir conhecimentos básicos sobre filosofia e história da ciência, para compreender as potencialidades e limitações do conhecimento científico” (SANTOS e SCHNETZLER, 1997, p. 68 e 69, citado por SANTOS et al., 2010, p. 140).

Em resumo, é possível afirmar que a perspectiva CTS tem por objetivo:

a) a análise e a desmitificação do papel da ciência e da tecnologia como conhecimento hierarquizado e que leva ao desenvolvimento; b) a aprendizagem social da participação pública nas decisões relacionadas com os temas tecnocientíficos e c) uma renovação da estrutura curricular dos conteúdos, de forma a colocar a C&T em concepções vinculadas com o contexto social (SANTOS et al., 2010, p. 134).

De acordo com Nascimento, (2012)

Se tratando do trabalho em questão, o tema pode auxiliar no ensino de conteúdos como soluções, materiais, neutralização, sais, haletos, emulsões, entre outros. Um fator importante para aprendizagem é que: os alunos aprendem assim a fazer correlações da química com suas vivências e experiências, já que trouxemos uma abordagem que aproxima o mesmo do conteúdo usando “peças” do seu dia-a-dia. A ideia é trazer uma aula de debates, onde a interação aluno-aluno e aluno professor sejam respeitadas e aproximadas, contrapondo assim o ensino tradicional, onde o professor é o detentor de todo o conhecimento e o único que fala durante as aulas. (NASCIMENTO, 2012, p. 13).

História da Fotografia

A palavra fotografia originou-se das palavras gregas: fós (“luz”) e grafê (“pincel”), e significa “desenhar com luz e contraste”.

O ser humano desde muito tempo atrás sente a necessidade de guardar registros sobre a sua vida. Podemos observar isso nas pinturas rupestres, que eram feitas geralmente com sangue de animais e frutas que apresentassem pigmentos coloridos. Nessa época o homem representava cenas do seu cotidiano, como a caça e as batalhas que enfrentavam com os animais. Já no Renascimento do século XX, os povos costumavam representar em suas pinturas eles próprios, e seus castelos. Essa prática era feita mais por pessoas da realeza, que tinham um alto poder aquisitivo (NASCIMENTO, 2012).

Concordamos com Nascimento, (2012) quando afirma que a pintura enquanto técnica levava bastante tempo para ser produzida, a pessoa que seria representada tinha que passar várias horas na mesma posição, o que ocasionalmente causava certo desconforto. O resultado, ainda contava com a habilidade do pintor, e da inserção ou não de suas impressões pessoais. Isso levou o homem a procurar por outras técnicas de representação que produzissem um resultado próximo ao da pintura, mas que levasse menos tempo, que fosse mais fácil de se realizar e que tivesse um preço mais acessível a demais classes sociais.

A fotografia surge então através de certas experiências e técnicas de criar imagens por exposição luminosa em uma superfície fotossensível. As superfícies fotossensíveis são superfícies que reagem a partir da exposição à luz, alguns

exemplos são: uma placa solar de uma calculadora, um filme fotográfico, um papel fotográfico, um sensor que existe nessas câmeras digitais mais modernas.

A fotografia segundo Hacking et al. (2012) surgiu em uma época em que a sociedade era dividida em “cavalheiros” (que seriam os pintores, filósofos; as pessoas que viviam da imaginação e da criatividade) e os “operários” (que eram os trabalhadores braçais que realizavam trabalhos mecânicos, nos quais não precisavam pensar), sendo assim uma máquina que produziria imagens seria uma afronta à sociedade.

Com a grande popularização da fotografia e sua comercialização em meados do século XIX, houve uma mudança de atitude em relação a esse meio de expressão. Muitos não gostavam da ideia de que esse processo de reprodução de imagens poderia vir a ser arte, e que fotógrafos poderiam vir a serem artistas. Charles Baudelaire poeta e crítico francês chegou a dizer que a fotografia comercial seria o “inimigo mais mortífero da arte” (HACKING et al, 2012)

Mesmo antes de se conhecer a fotografia em si, muito dos elementos que deram origem a mesma já eram conhecidos, como a câmara escura. A câmara escura é conhecida por passar a luz de um meio externo para um meio interno invertendo a cena externa. Muitos pintores utilizaram essa técnica para projetar imagens sobre suas telas, facilitando assim à pintura. Com o passar do tempo, esses orifícios que acabavam fazendo com que a imagem perdesse um pouco de nitidez começaram a ser substituídos por lentes, que aumentavam a nitidez da imagem projetada. (HACKING, et al, 2012).

Contudo outro detalhe era importante para que se pudesse produzir fotografias. Era necessário que fosse encontrada uma substância sensível à luz.

Muitos alquimistas da época já conheciam algumas das propriedades da luz, principalmente do bronzeamento da pele, e algumas outras substâncias que escureciam quando expostas à luz. (HACKING, et al, 2012).

Segundo Hacking (2012)

Em 1777, Carl Wilhem Scheele utilizou a luz para fixar uma imagem em um frasco contendo uma solução química. A química escocesa Elizabeth Fulhame, explorou várias ideias, sendo a mais intrigante delas a formação de imagens fotográficas de rios em ácido cloroáurico fotossensível num mapa de pano. Embora aparentemente nenhum de seus trabalhos tenha sobrevivido, sua monografia, *Na Essay on Combustion, with View to a New Art of Dying na Painting* (Um ensaio sobre combustão, com vistas a uma nova arte de impressão e pintura), (1774) foi a primeira publicação a analisar de forma explícita um processo fotográfico. Hacking (2012, p.18)

Praticamente na mesma época, outro pesquisador chamado Tomas Wedgwood, fracassou ao tentar produzir imagens com nitrato de prata papel de couro. Ele até conseguiu produzir algumas imagens a partir de fotogramas, pois, a lente não deixava passar grande parte da radiação, mas suas imagens acabavam se apagando com o tempo (HACKING et al, 2012).

Em 1826 ocorreu um grande marco na história da fotografia, quando o inventor francês Joseph Nicéphore conseguiu produzir a primeira fotografia do

mundo. Joseph conseguiu com oito horas de exposição solar a fotografia mais antiga do mundo, e que está conservada até os dias de hoje. Essa fotografia foi feita em uma câmara escura, com a utilização de betume (um revestimento para placas de impressão, que endurecia quando exposto a luz (HACKING et al, 2012).

O Inglês Willian Henry Fox Talbot, sem conhecer Nicéphore começou a desenvolver um trabalho bastante importante em fotografia, que ficou conhecido posteriormente após os avanços técnicos como calótipo. Talbot conseguiu encontrar um “fixador” que seria uma maneira de estabilizar a imagem (HACKING et al, 2012).

Ao mesmo tempo Daguerre conseguiu algo bastante inusitado, com a utilização de placas de prata iodadas e mercúrio (revelador) ele conseguiu positivos diretos. Após algum tempo François Arago, da Académie des Sciences, anunciou a invenção de Daguerre, e junto a intenção do governo francês de comprar seus direitos em todo o mundo. Sendo assim Talbot foi forçado a anunciar sua própria descoberta (HACKING et al, 2012).

Talbot trouxe muitos melhoramentos para o seu processo, sendo um dos mais importantes à descoberta da imagem latente e o poder amplificador da revelação, conseguindo assim diminuir muito o tempo de exposição que antes era de algumas horas para alguns segundos, dando origem assim a seu processo patenteado em 1841 que era chamado de calótipo, que foi o primeira fotografia negativo/positivo verdadeiramente prática (HACKING et al, 2012)

Hyppolyte Bayard foi um funcionário público francês que conseguiu unir as duas técnicas, inventou uma técnica em que se utilizava o positivo direto de Daguerre com o uso do papel de Talbot. Por ter sido ignorado pelo público da época, produziu um autorretrato de um homem como se estivesse afogado e morto, para

que isso ocorresse ele precisou tomar sol com uma blusa de manga longa para que sua cabeça e mãos ficassem mais escuras que o corpo,aparentando que estivesse em decomposição. (HACKING et al, 2012)

A técnica empregada por Daguerre trazia uma qualidade nos detalhes da fotografia muito superior por ser produzido dentro da própria câmara em uma placa de cobre. A desvantagem nesse processo era que a disseminação de placas de cobre era inviável, embora fosse possível fazer cópias da imagem original (HACKING et al, 2012)

Segundo Hacking et al, (2012) somente com Anna Atkins é que a fotografia ganhou sua representatividade em livros ilustrados. Ela utilizou a técnica conhecida como cianotipia inventada em 1842, pelo seu amigo Sir John Herschek (1792-1871). Anna utilizou essa técnica, que não se baseava nos compostos com prata para publicação e divulgação do seu trabalho de catalogação de algas marinhas. O cianótipo é um tipo de revelação fotográfica baseada em sais de ferro, impróprios para exposições com câmeras, por precisarem de muita luz para produção de fotografias, sendo assim a cianotipia ficou conhecida como uma nova técnica de obtenção de fotografias através da produção de fotogramas muito estáveis e altamente detalhados em tons de azul ciano.

Entrando na parte da Química

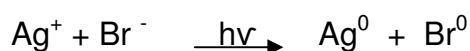
Primeiramente irei abordar a fotografia em preto e branco para que posteriormente, após o entendimento dos processos ocorridos possamos iniciar com as técnicas fotográficas histórico-alternativas.

A luz é uma forma de energia, que chega até nós, na forma de raios solares que são divididos em porções visíveis e não visíveis ao olho humano. É quantificada na forma de fótons (pacotes de energia que somados compõem a energia total da luz solar). O filme negativo da máquina fotográfica tem detectores de luz, que funcionam através da reação da luz com esse filme formando uma imagem, esse processo é chamado de fotoquímica. (FONSECA, 1993)

Um exemplo de processo fotoquímico presente na natureza é a fotossíntese realizada pelas plantas, e um exemplo cotidiano seria o bronzeamento de nossa pele através da exposição ao sol, (nesse caso a luz inibe a produção da melanina (castanho) que é um pigmento presente na nossa pele).

O filme fotográfico presente nas máquinas analógicas é basicamente uma película fina transparente revestida com uma gelatina incolor contendo inúmeros cristais de um haleto de prata (AgCl , AgBr ou AgI). Sendo que o mais utilizado é o AgBr (TITO, CANTO, 2007).

Quando o obturador da câmera é acionado e aberto, a luz entra reagindo com o filme fotográfico da seguinte forma:



$h\nu$ = Energia na forma de radiação luminosa

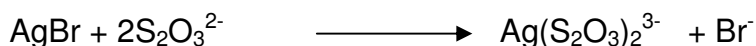
Nessa equação a prata (Ag^+) sofre redução, e o bromo (Br^-) sofre oxidação. Isso só vai acontecer nas regiões do filme onde receberam luz, dois átomos de bromo (Br^0) podem unir-se formando (Br_2) gás, que irá volatilizar (TITO, CANTO, 2007).

Esses sais de prata funcionam como detectores de fótons. Já o processo simplificado da fotografia envolve a luz refletida pelo objeto fotografado e o obturador da câmera que funciona como um regulador dessa quantidade de luz que entra na câmera. No caso das fotos coloridas, adiciona-se substâncias chamadas de sensibilizadoras espectrais das luzes azul, vermelha e verde que interagem de forma diferente com a luz refletida pelos objetos.

Os cristais dos sais de prata que reagiram, e os que não reagiram com a luz formam a imagem latente no filme. Após tirar a fotografia é necessário então o processo de revelação que envolve mais algumas etapas químicas. (FONSECA, 1993)

A primeira delas é a revelação, onde se utiliza um revelador (substância que irá reduzir totalmente os íons Ag^+ ao estado metálico Ag^0). Em seguida, após o tempo necessário para a revelação completa, o filme é enxaguado com uma solução ácida que interrompe o processo de revelação. Para remover os sais de prata não revelados presentes na solução, utiliza-se a solução de interrupção (FONSECA, 1993). Uma nova solução chamada de fixadora irá fazer com que o filme não fique amarelado com o tempo. O tom amarelo é resultado da presença de AgBr que sobrou nas regiões do filme que não receberam luz. Neste processo denominado fixação, o filme é mergulhado em uma solução aquosa de tiosulfato de sódio

(Na₂S₂O₃). Os íons de tiosulfato (S₂O₃²⁻), atuam como fixadores fotográficos por meio da seguinte reação: (TITO, CANTO, 2007).



Ao final, o filme é lavado em água corrente com cuidado para retirar os excessos dos reagentes utilizados e obtém-se o negativo da foto.

O negativo da fotografia possui partes mais escuras referentes à densidade mais alta de átomos de prata reduzida (prata metálica) na área que recebeu maior luminosidade. Nos lugares que não receberam luz, o negativo não possui átomos de prata e permanece claro. Para tornar a imagem positiva, isto é, reconhecível para nós, é necessário imprimi-la em outro material sensível à luz, o papel fotográfico. Esse procedimento de passar a imagem do negativo para o papel fotográfico (também recoberto por AgBr) e feito no escuro. Uma luz é acessa em uma fração de segundo. Onde passou muita luz pelo obturador da câmera e reagiu com o filme formou uma camada preta, que não deixará passar luz para o papel fotográfico, já onde não chegou luz ficou transparente e irá passar luz pelo negativo chegando ao papel fotográfico. Sendo assim a imagem formada no papel será o negativo do negativo (positivo) que será parecida com a imagem realmente fotografada. (TITO, CANTO, 2007).

E assim, obtemos a fotografia que pode ser branca e preta ou colorida, dependendo dos receptores de luz presentes no filme. (FONSECA, 1993)

Ao tirarmos uma fotografia, estamos fazendo uma reação de oxidoredução. Esse tipo de reação ocorre sempre que há transferência de elétrons entre átomos de elementos diferentes presentes no processo. Os elementos que estão perdendo

elétrons oxidam (consequentemente estão ficando com carga positiva, já que perdem carga negativa), já as espécies que ganham elétrons estão reduzindo, pois ficam com mais cargas negativas em relação as cargas positivas, já que o número de prótons em um átomo neutro é igual a seu número de elétrons.

Quando falamos de oxidoredução sempre é importante lembrar do NOx (número de oxidação de um elemento químico). O NOx nos diz o número de elétrons que um elemento perdeu ou ganhou em uma reação iônica, ou o caráter parcial que o átomo adquire quando faz ligações acentuadamente covalentes. O NOx de cada elemento varia de acordo com a diferença dos valores de eletronegatividade entre os átomos envolvidos na ligação. (FONSECA, 1993)

Voltando para a área de fotografia, primeiramente irei abordar a fotografia em preto e branco e posteriormente abordarei os processos históricos alternativos de revelação fotográfica.

Cianotipia

Após muita pesquisa e produção na área de processos fotográficos histórico-alternativos decidi aprofundar os estudos na técnica da Cianotipia, a técnica de menor custo, e baixa toxicidade, respeitando assim a relação CTSA da experimentação no ensino de química.

A Cianotipia é um processo de fácil realização e de baixo custo por se tratar de um processo que utiliza alguns sais de ferro para a produção de imagens. No caso da fotografia em preto e branco utiliza-se nitrato de prata que é tóxico e de custo bastante elevado.

Este processo de impressão fotográfico foi concebido pelo cientista e astrônomo Inglês, Sir John Frederick William Herschel, em 1842. Porém o trabalho com maior testemunho foram os de Ana Atkins (1864) que produziu uma coleção de fotogramas para documentar a flora marinha britânica. (Hacking, 2012)

O suporte mais comum utilizado para a cianotipia é o papel. Em minhas experimentações utilizei na maioria das vezes o aquarela gramatura (300 mg/m^2) livre de ácido, pois, ele resiste bem aos banhos de lavagem. Existem outros suportes que funcionam bem como tecidos de algodão e seda, tecidos sintéticos costumam não dar muito certo. Os tecidos sintéticos não costumam dar certo, pois, a maioria deles é composto de materiais apolares, que não interagem bem com os reagentes polares. Alguns artistas também conseguem fazer cianotipias em madeiras e vidros, mas nesse caso é necessário que seja feito um tratamento na superfície desse material com cola, gelatina e endurecedor, para melhorar a aderência dos reagentes ao material.

Segundo Monforte,(1997) a reação dos sais com a luz é muito lenta, necessitando assim de fontes de luz bastante fortes, como o sol, luz de quartz de 1000w e lâmpadas UV.

De acordo com Rocha, (2013) A cor azul obtida nas imagens feitas com os reagente de cianotipia, é característico de um precipitado insolúvel de $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$, conhecido como “azul da Prússia”. Esse pigmento azul chamado de hexacianoferrato(II) de ferro(III) foi descoberto acidentalmente em Berlin no ano de 1704 pelo químico e pintor Heinrich Diesbach. Também é chamado de ferrocianeto de ferro (III), ferrocianeto férrico, e hexacianoferrato férrico.

Segundo Rocha, (2013)

A nível molecular existem diferentes “azul-da-prússia”, cujas fórmulas variam de $\text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6] \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (conhecido como “azul-da-prússia solúvel”) até $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3 \cdot 15\text{H}_2\text{O}$ (conhecido como “azul-da-prússia insolúvel”). Todos têm em comum a sua estrutura cristalina cúbica característica que pode acomodar no seu interior diferente número de moléculas de água e de íons metálicos, (ROCHA, p.1, 2013)

“Para a realização dessa técnica são necessárias duas soluções contendo ferro, no estado de oxidação (+3), e uma fonte de radiação luminosa (sol ou uma lâmpada UV)” (ROCHA, p.1, 2013).

Hoje em dia existem diferentes formas de se fazer cianotipia. O fórmula original de Sir John Herschel, que está presente também no livro do Monforte utiliza citrato de amônio e ferro (III), mas conhecida como citrato férrico amoniacal $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7 \cdot x \text{Fe}^{3+} \cdot y \text{NH}_3$, e o hexacianoferrato (III), mais conhecido como por ferricianeto de potássio $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. (ROCHA, 2013).

Outra formulação existente é a de Mike Ware, que em seu artigo propõe a utilização do tris(oxalato)ferrato(III) de amônio (III) trihidratado mais conhecido por oxalato férrico de amônio, $(\text{NH}_4)_3[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$. Em seu artigo ele também

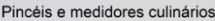
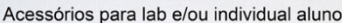
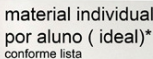
propõe que a diluição dos sais de ferro sejam feitas em água quente, com temperatura constante em 60°C. Esse processo ficou conhecido como o “novo processo de cianotipia” (ROCHA, 2013).

Após a mistura dos dois reagentes a substância formada tornasse fotossensível, sendo assim a estocagem deve ser feita em frascos escuros, para diminuir a revelação dos reagentes. Antes de serem misturados os dois reagentes possuem uma durabilidade de aproximadamente 1 ano e meio, já após a mistura esse tempo é drasticamente reduzido, pois, mesmo o frasco sendo escuro a luz ainda irá conseguir atravessar um pouco degradando o material.

Materiais:

- 50 gramas de citrato de amônio e ferro (III) conhecido como citrato férrico amoniacal $C_6H_8O_7 \cdot x Fe^{3+} \cdot y NH_3$
- 40 gramas de hexacianoferrato(III) de potássio é também conhecido por ferricianeto de potássio $K_3[Fe(CN)_6]$

Os sais que são utilizados na cianotipia devem ser dissolvidos em água (destilada de preferência), separadamente e estocados em frasco de vidro (âmbar) ou de plástico escuro. A solução de cada um dos sais tem duração de até um ano e meio se estocada de maneira correta. Segue um anexo encontrado no livro Fotografia Pensante de Monforte, Luiz Guimarães que traz uma lista de materiais que são suficientes para produzir mais de 100 cópias em folhas de papel que não excedem o tamanho de uma folha de papel ofício. Parte das informações também foram extraídas do artigo “A Cianotipia do ponto de vista da química” de Carlos Rocha Gomes (2013).



P

Para a preparação da imagem de cianotipia, você vai precisar misturar as soluções dos sais de ferro (solubilizadas em frascos diferentes), a partir desse momento a sua solução irá se tornar fotossensível, sendo necessário que alguns cuidados sejam tomados em relação a exposição à luz. Essa solução deve ser estocada ao abrigo da luz, e a aplicação dela sobre o papel também deve ser feita em local com baixa luminosidade.

O segundo passo é escolher o que você quer revelar na sua folha de cianótipo. São utilizados geralmente negativos impressos em transparências com impressoras de imprimir em “fotolito”, negativos impressos em transparências (jato de tinta) menor nitidez e contraste, e fotogramas (folhas, flores, recortes, etc). Esse negativo pode ser produzido pela própria pessoa. No computador você irá aumentar o contraste da sua imagem para que ela tenha mais densidade na impressão, esse aumento do contraste deve ser feito até o ponto em que a imagem não perde os detalhes. Depois disso deve-se inverter a imagem para o negativo, muitas gráficas já fazem esse trabalho, poupando assim um trabalho que para alguns pode ser um pouco complicado. No SIG (Setor de Indústrias Gráficas de Brasília), muitas gráficas fazem esse tipo de trabalho. Outra alternativa é utilizar um fotograma (recortes de cartolinas ou plantas, folhas, etc) que também dão um resultado bastante interessante. O que é interessante é que a área do papel que for atingida pela luz ficará azul, por conta dos complexos formados, já a área que não for atingida pela luz continuará da cor do papel. Uma curiosidade é que a foto a partir de um fotograma “positivo”, será uma imagem negativa (como se fosse uma chapa de raio-x) que fazemos no hospital. Já quando fazemos uma imagem a partir do “negativo” impresso na transparência, o resultado será uma imagem “positiva” realmente como ela é.

O terceiro passo é montar a prensa com todos os componentes:

- Peça de vidro (30x40) depende do tamanho das imagens que se deseja fazer,(é recomendado que se deixe 5 cm de margem do tamanho dos papéis utilizados por conta dos grampos)
- Peça de MDF ou outra peça de vidro do mesmo tamanho (pelo menos 2 cm de espessura para que assim se evite que a madeira envergue, gerando assim um contato desigual do papel com negativo).
- Um recorte de EVA (plástico) para aumentar o contato do negativo com a folha de papel e o vidro.
- O negativo ou fotograma (recortes, flores, folhas, etc)
- A folha de papel a ser sensibilizada (gramatura: 300mg/m², livre de ácido)
- 4 clips para “prensar” todo o sistema (selecionar um clip de abertura maior que a espessura da madeira).

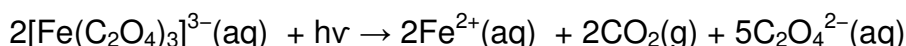
Depois da montagem deve-se levar a prensa ao sol, ou a uma luz ultravioleta, costumávamos utilizar uma mesa de luzes ultravioleta, pode ser um abajur também.

A exposição à radiação é um processo com muitas variáveis, pois, irá depender da intensidade da luz, que pode variar de acordo com o período do dia ou o clima, caso a fonte seja o sol. O tempo médio de exposição é de 8 minutos, podendo chegar a 30 minutos ou mais, tudo vai depender também de como a pessoa quer a sua imagem, com mais ou menos contraste. Sugiro que seja feita uma tira de testes com um pedaço de folha sensibilizado. Nesse caso é necessário que se tenha um objeto para tampar pedaços dessa folha que serão expostos em

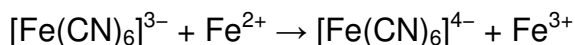
ordem decrescente de tempo, para que se tenha uma ideia de qual resultado se quer chegar e quanto tempo será necessário para que se chegue nesse resultado.

De acordo com Rocha:

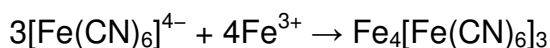
“Nesta fase, dá-se a redução fotoquímica do oxalato ou do citrato de ferro (III) para formar o ferro (II), de acordo com a seguinte reação fotoquímica, representativa do novo processo de cianotipia, em que se usa o tris(oxalato)ferrato(III) de amônio:” (ROCHA,p.2, 2013).



“Na presença do hexacianoferrato(III) de potássio, os cátions de Fe(II) formados, reagem de acordo com a seguinte reação de oxidação-redução:” (ROCHA,p.2 2013).



E finalmente dá-se a precipitação do azul-da-prússia, segundo a seguinte reação química:



Os últimos passos são a lavagem (revelação em água) e a secagem da fotografia. Na lavagem, uma viragem interessante é usar primeiramente com uma solução de uma parte de vinagre para 5 partes de água (viragem de tonalização), para aumentar o tom de azul da imagem formada. É importante que o descarte do material seja feito de forma adequada, pois, o resíduo é constituído de metais pesados, no caso de uma escola sugiro ao professor que providencie um frasco grande em que possa colocar os resíduos com a finalidade de se evaporar a água, restando assim apenas os sais que podem ser levados a lugares específicos de descarte. Posteriormente a esse banho, que costuma durar 2 minutos, lava-se a

imagem em uma bandeja com água corrente, com a imagem virada para o fundo da bandeja, para que não ocorram manchas na imagem por respingos de água. É aconselhável que esse banho dure de 5-10 minutos, tudo irá depender do resultado que se deseja obter, pois, quanto maior o tempo no banho mais claro ficará o tom de azul da imagem. (Em alguns experimentos com folhas de plantas, observei que parte do pigmento da folha “manchou” a imagem com manchas que parecem ser um pouco roxas, aumentando o tempo no banho com água consegui eliminar essas manchas).

Por último a secagem, que deve ser feita com cuidado para que não risque a imagem, amasse ou rasgue. A secagem em varal é bastante rápida mas deve ser feita com cuidado na hora de colocar o prendedor na imagem. Também pode ser feita com secador. (O secador também pode ser utilizado para acelerar a secagem na aplicação da solução no papel, mas com uma temperatura não muito quente).

A redução do íon férrico (Fe^{3+}) para o íon ferroso (Fe^{2+}) constitui a base de vários processos ferrosos. Os mais conhecidos são, os processos em cor azul que envolvem a redução do *ferric ammonium citrate-potassium ferricyanide* (FIGURA 17). Quando o sistema é processado em água, o complexo de ferrocianetoférrico ($\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$) resultante, de cor azul da Prússia, forma a imagem. O cianótipo, é formado sobre o papel, que servirá de base para a imagem. Posteriormente, o papel será exposto a radiação solar e processado em uma solução de ferricianeto de potássio, que irá produzir o complexo de ferricianeto ferroso ($\text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$), de cor azul de Turnbull (Nascimento, 2012).

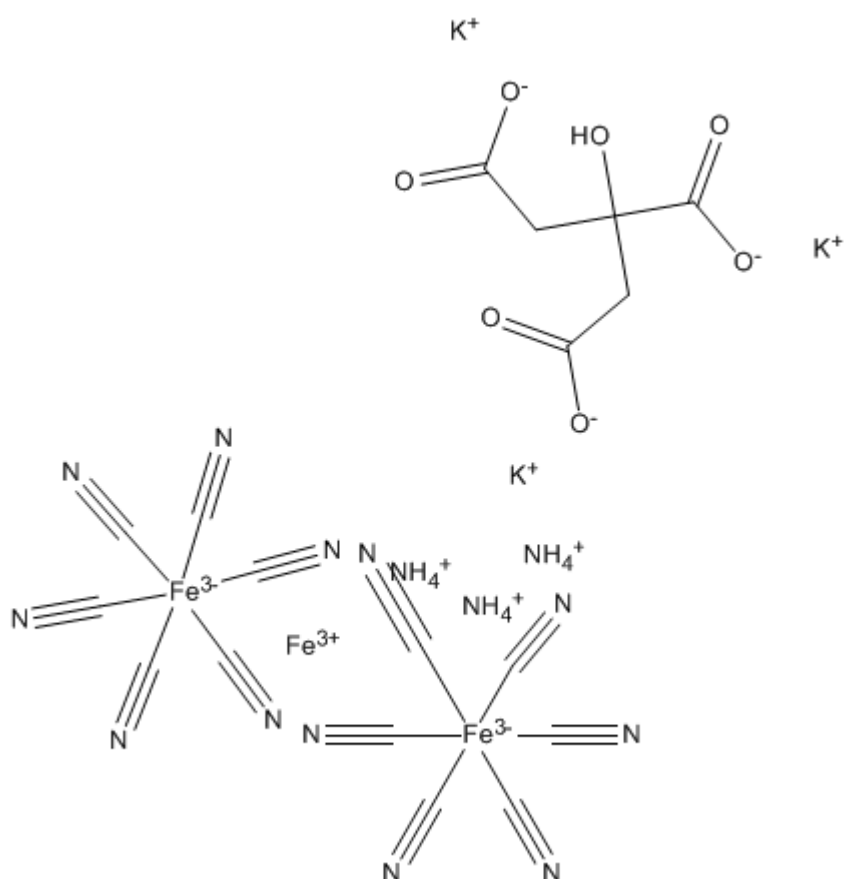


Figura 17: Ferric ammonium citrate-potassium ferricyanide

Hoje em dia existem diferentes “viragens” para as cianotipias. Essas “viragens” são processos em que se consegue mudar a cor da imagem com o tratamento com reagentes específicos. Nesses processos é comum que o cianótipo já antigo (no mínimo 24 horas da exposição e lavagem) seja tratado primeiramente em um banho de carbonato de sódio (6 g de carbonato de sódio para 180mL de água) de preferência com água destilada. Após o tratamento com essa solução a imagem apresentara coloração amarelada, o banho deve ser interrompido no momento em que a imagem muda de cor para o amarelo, caso fique mais tempo a imagem será apagada. Posteriormente a essa etapa, vem a etapa de tonalização, onde a imagem poderá ser colocada em um banho, agora por um longo período de tempo em soluções de:

- Erva mate (cianótipo irá ficar com cor – verde terra)

- Boldo verde (verde)
- Chá preto (coloração próxima do preto e branco)
- Orly Gray (dourado)
- Chá da casca da cebola (dourado brilhante)



Saraiva M. (Chá de boldo, sem título)



Saraiva M. (Chá de hibisco, sem título)



Saraiva M. (Chá preto, sem título) 1



Saraiva M.(Sem Título, viragem com café) 1



Brito L. (Casca de cebola, sem título)



Brito L.(Carbonato de Sódio, sem título)



Brito L. (Chá Earl Grey, sem título)



Brito L. (Ácido tânico, sem título)



Brito L. (Chá Preto, sem título) 1

Todas essas viragens aprendi com minha co-orientadora Ruth Sousa, professora do Departamento de Artes Visuais da UnB, onde ministra regularmente disciplinas da área de fotografia. Estas técnicas, todavia, aprendi em uma disciplina

que ela ministra eventualmente no departamento de comunicação social da UnB, de título tópicos especiais em comunicação IV.

Antotipia

A palavra antotipia deriva do grego ANTHOS, “flor”, mais TYPOS, “marca”, impressão, forma original, de TYPTEIN, “bater, dar pancada”. Esquecida pela história da fotografia, a antotipia é obtida a partir da fotossensibilidade dos pigmentos vegetais contidos em algumas plantas para produzir impressões que se caracterizam por sua qualidade monocromática, baixa gama de contraste e efemeridade (COELHO, 2013).

Em outros trabalhos evidenciamos experimentos realizados pelo químico e físico inglês William Hyde Wollaston, Herschel utilizou a tintura do guaiacum (Pau-santo), no intuito de verificar como os diferentes comprimentos de onda do espectro luminoso interagem com este composto vegetal, (Apud HERSCHEL, 1840). No experimento, os raios solares eram polarizados por meio de um prisma e projetados sobre o papel fotossensibilizado com a tintura extraída do guaiacum (COELHO, 2013).

Segundo Herschel, (1840), citado por Coelho,(2013)

Além da verificação da interação fotográfica entre as diversas cores do espectro luminoso e os compostos químicos metálicos e não metálicos, também tinha o interesse em formular um processo colorido de impressão fotográfica: “...outra conclusão prática altamente relevante que parece ser apontada por este experimento, é a possível produção de imagens fotográficas naturalmente coloridas.” (Herschel, (1840), citado por COELHO,(2013, p.25)

Herschel cogitava essa hipótese de produzir imagens fotográficas coloridas a partir da infusão de guaiacum, pois, de acordo com a incidência das diversas cores do espectro luminoso, essa tintura produz diferentes cores impressas. Como exemplo, quando raios luminosos na frequência respectiva da cor laranja são projetados sobre a tintura vegetal aplicada sobre o papel, a cor resultante impressa será o vermelho-tijolo numa tonalidade esmaecida. Para a faixa do espectro entre o verde e o amarelo, a cor impressa será o verde-garrafa, e assim por diante (COELHO, 2013).

Segundo Herschel, (1840,), citado por Coelho, (2013)

A grande limitação deste procedimento, entretanto, decorria das incoerências entre a cor projetada e a cor impressa. Estas incoerências, em última análise, impossibilitavam a reprodução das cores tal como percebidas na natureza, tornando o processo inutilizável para a finalidade pretendida. Outra característica que participava das limitações deste procedimento, segundo Herschel, era a impossibilidade de se fixar as impressões feitas com a tintura de guaiacum, as quais permaneciam sensíveis à luz após a impressão e, deste modo, possuíam um curto tempo de existência. HERSCHEL, (1840, p. 19), apud, (COELHO, p.26, 2013)

Uma hipótese para impossibilidade de se fixar as impressões feitas com a tintura de guaiacum é que ele tem uma forte tendência a se oxidar na presença do oxigênio, um dos constituintes do ar atmosférico, como acontece com as impressões de antotipia.

Posteriormente, Herschel tenta, a partir da mesma metodologia experimentos com a espécie vegetal *viola tricolor* (amor-perfeito). Queria ele poder produzir algo assim pela falta de estudos sistemáticos sobre a propriedade fotossensível dos pigmentos vegetais:

“Todos nós sabemos que as cores de origem vegetal são, comumente, destruídas e clareadas pela ação contínua da luz. O processo, entretanto, é muito lento para ser objeto de qualquer série de experimentos satisfatórios e, como consequência, este assunto, tão interessante para o pintor, para o tintureiro e para o artista em geral, não tem sido investigado.” (HERSCHEL, 1840, p.34) citado por (COELHO, p.26-27, 2013).

É nesse ponto que entra o papel do pesquisador (cientista), de investigar o que está acontecendo microscopicamente e tentar entender e posteriormente resolver o problema encontrado.

A comunidade científica da época aparentava ter um grande interesse em entender a relação da luz com esses pigmentos contidos nas plantas. Joseph Maria Eder em seu estudo sobre a história da fotografia dedicou um capítulo para as produções feitas entre 1824 e 1835, onde abordam a interação da luz com as tinturas e compostos orgânicos. (EDER, 1945) citado por (COELHO, 2013).

Eder, citado por (Coelho, 2013) comenta:

“Quando nós revemos que os esforços e tendências dos experimentadores que dedicaram seu tempo naquela época (ao estudo da fotoquímica) abrangeram apenas as ações químicas da luz, nós devemos concluir que a utilização da fotoquímica para a produção de imagens luminosas, seja por contato ou com o uso da câmera obscura, foi relegada ao segundo plano e quase completamente negligenciada. Os processos fotoquímicos foram estudados, por vezes, em decorrência de interesses relativos à teoria da luz e por outras em decorrência de seu uso na farmácia ou na química.”(EDER, 1945, p. 192)

É clara a indignação de Eder com os pesquisadores da época que voltaram seus estudos para o lado químico da luz, deixando de lado a importância artística que o mesmo estudo poderia causar. Esse problema poderia facilmente ser resolvido nos dias de hoje com pesquisas simultâneas e interdisciplinares entre as duas áreas que é o que estou tentando buscar.

Essa correlação entre as propriedades fotossensíveis de algumas substâncias e a utilização desse conhecimento para a fotografia acabou sendo feito muito posteriormente por Thomas Wedgwood, documentados por Humphry Davy em 1802 (Cf. EDER, 1945) e, posteriormente, nas invenções de Joseph Nicéphore Niépce e Jacques Mandé Daguerre (EDER, 1945) citado por (COELHO, 2013).

Segundo Coelho

A partir do conhecimento acerca dos estudos relativos à fotoquímica e da divulgação do procedimento de Daguerre,³⁴ podemos concluir que Herschel, já familiarizado com ambos os campos de investigação, combina-os de modo a alcançar resultados que contribuíram substancialmente para o desenvolvimento das técnicas fotográficas de impressão, dentre eles a antotipia. Este procedimento técnico, deste modo, figura como um ponto de encontro entre as pesquisas relativas às tinturas e pigmentos vegetais mencionadas anteriormente e os novos estudos dedicados às técnicas fotográficas de impressão que, a partir da publicação do daguerreótipo em 1839, atrai a curiosidade tanto de cientistas quanto de artistas e inventores interessados nas aplicações práticas da fotografia. (COELHO, 2013, p. 28)

“O conhecimento de Herschel a respeito destes dois campos de estudo, portanto, possibilitou que suas investigações em processos fotográficos de impressão fossem otimizadas, como depreende-se a partir do comentário de Gernsheim:” (COELHO, 2013, p. 28).

“Tendo notícia da descoberta de Daguerre, o grande astrônomo inglês Sir John Herschel propôs para si a tarefa de resolver o problema da fotografia independentemente. Em uma semana conseguiu o que outros levaram anos para conseguir. [...] No dia 14 de março (de 1839) Herschel levou um informe à Royal Society intitulado *On the Art of Photography*, que era acompanhado de vinte e três fotografias sobre papel, alguma delas negativas e outras positivas” (Tradução livre) (GERNSHEIM, 1967, p.27)

Após todas as considerações sobre a ação da luz nas substâncias contidas nos vegetais, Herschel fala sobre a prática da produção de impressões com a técnica de antotipia, fala sobre a extração, que deve ser feita com álcool, sabendo-se um pouco de química orgânica é possível supor que a substância fotossensível presente na maioria dos vegetais seja polar. Herschel também fala sobre a relação entre o tempo e as substâncias orgânicas fotossensíveis, e da forma que deve ser feita a aplicação da emulsão obtida através da extração das substâncias fotossensíveis da flora sobre o papel, HERSCHEL, (1840), citado por (COELHO, 2013).

Nesse mesmo artigo Herschel, (1840) citado por Coelho, (2013) estabelece nomenclaturas próprias que são utilizadas até hoje, como “imagem positiva”, “imagem negativa”, “imagem direta” e “imagem inversa” (HERSCHEL, 1840). Herschel também aborda assuntos além da antotipia como a utilização de tiosulfato de sódio na fixação de imagens fotográficas (HERSCHEL, 1840) APUD, (COELHO, 2013).

Herschel em 1842 apresenta a continuação de sua pesquisa sobre o primeiro artigo agora no seu segundo artigo, e umas das coisas que ele aborda é sobre as condições climáticas e o tempo desfavoráveis para a prática de antotipia, ressalta também que as outras técnicas que envolvem reagentes mais sensíveis a luz como a prata e outros metais não dependem da boa condição climática, pois, reagem facilmente a baixas concentrações de radiação luminosa (HERSCHEL, 1842) APUD (COELHO, 2013)

Esses foram algumas das espécies vegetais que Herschel utilizou em suas pesquisas, o guaiacum (pau-santo), a mathiola annua (goivo), a papaver orientale (papoula oriental), a curcuma longa (curcuma), a bulbine bisulcata, o cheiranthus

cheiri (goivo), o mimulus (mímulo), a ferranea undulata, a viola odorata(violeta-de-cheiro), a sparaxis tricolor (esparáxis), a papaver rheum (papoula vermelha) e o senecio (COELHO, 2013).

De acordo com Coelho

Após descrever os experimentos em antotipia, Herschel aborda a fotossensibilidade de outros materiais; principalmente alguns sais férricos e o ouro. Esta seção do artigo também possui bastante relevância para o estudo da história da fotografia, pois consiste no documento histórico central relativo aos processos, também desenvolvidos por Herschel, da cianotipia e do chrysotype. (COELHO, 2013, p.30)

Logo o procedimento descrito por Herschel em seus dois artigos obteve grande reconhecimento, tanto pelos cientistas da época que investigavam os processos fotoquímicos, como para os artistas da época que se interessavam pelos processos de impressão fotográfica (COELHO, 2013).

Segundo Coelho

No âmbito da fotoquímica, a pesquisa de Herschel foi levada pela cientista e polímata escocesa Mary Somerville que, juntamente com Caroline Herschel, tia de John Herschel, foram as primeiras mulheres a se tornarem membros da Royal Astronomical Society (Cf. FABBRI, 2012, pp. 12-13) citado por (COELHO, 2013, p. 31)

John Herschel publicou alguns trabalhos de Somerville nas Philosophical Transactions of the Royal Society, onde aprofundava os estudos sobre a ação da luz nas tinturas vegetais. O método utilizado é bastante similar àquele descrito por Herschel anteriormente (COELHO, 2013):

“Nos seguintes experimentos, o espectro solar foi condensado (difratado) por uma lente de quartzo de distancia focal de 7 ½ polegadas [...] O papel de carta espesso, umedecido com o líquido a ser examinado, foi exposto ainda molhado ao espectro, de modo que a ação da luz colorida foi mais imediata e mais intensa do que

quando a superfície estava seca.” (Tradução livre) (SOMERVILLE, 1846, p. 111).

De acordo com Coelho

Os experimentos descritos por Somerville procuram verificar as mudanças causadas nas tinturas vegetais pelas diversas cores do espectro luminoso. A metodologia adotada nesta pesquisa, contudo, difere sutilmente daquela adotada por Herschel anteriormente. (COELHO, 2013, p.32)

Considero esse um ponto importante na pesquisa dos processos fotossensíveis em que Somerville, através de experimentos com diversas espécies vegetais conclui que o calor não influenciava na interação da luz com os pigmentos fotossensíveis presentes nos vegetais.

Segue o trecho do artigo de Coelho, (2013)

Somerville, depois de eleger algumas espécies vegetais — a *plumbago auriculata* (bela-emília), a flor da *punica granatum* (romã), a raiz da *beta vulgaris* (beterraba), o *pelargonium fulgidum hybrid* (gerânio escarlate), a *glandularia canadensis*, as folhas do *nasturtium officinale* (agrião), a *dahlia* (dália), a *zinnia marylandica*, o suco do figo e o suco de nozes dilui as tinturas destes vegetais em água, em álcool, em ácido sulfúrico e também as expõe ao calor. O uso da água e do álcool como agentes diluentes das tinturas procurava investigar a relação entre estes dois compostos químicos e a intensidade cromática dos pigmentos vegetais. No caso do ácido sulfúrico, o procedimento foi adotado, pois, a autora notara que este composto interagia com os pigmentos vegetais ao mudar sensivelmente as cores das tinturas (SOMERVILLE, 1846, p. 111). O uso do calor, por sua vez, tinha o propósito de investigar se as alterações dos compostos vegetais pela luz sofria alguma influência dos raios caloríficos presentes no espectro luminoso (SOMERVILLE, 1846, p. 116).

Trecho retirado do artigo de Somerville, (1846, p. 112-113), citado por Coelho, (2013)

“Este experimento é um dos muitos casos nos quais eu observei a poderosa influência dos raios amarelos e verdes sobre as substâncias vegetais, uma influência que parece não estar conectada com o calor, uma vez que a ação foi menor sob os raios vermelhos e imediatamente abaixo deles, onde os raios caloríficos são mais abundantes.” (SOMERVILLE, 1846, p. 112-113)

Herschel também comenta os experimentos relativos à fotossensibilidade das tinturas florais realizados por Henri August Vogel em 1813:

“Vogel fez outros experimentos com uma infusão aquosa de violetas, adicionada por um pouco de álcool, a qual perde sua cor rapidamente em luz azul e vagarosamente em luz vermelha, o que também é o caso da infusão de papoula. [...] Ruthland descreveu os experimentos de Vogel no jornal de Schweigger (1813, IX, 236). Vogel descobriu: [...]3. Uma tintura alcoólica de cravos se tornou branca em poucos dias atrás de um vidro azul, quando detrás de um vidro vermelho, ainda estava roxa depois do mesmo período de tempo. O algodão e o papel, coloridos com esta tintura, mostraram as mesmas diferenças. As pétalas de uma papoula (*papaver rhoeas*), posicionadas atrás de um vidro azul, tornou-se esbranquiçada depois de alguns dias; detrás de um vidro vermelho, a cor permaneceu inalterada. Os óleos gordurosos gradualmente se tornaram ácidos na luz.” (EDER, 1945, p. 159)

De acordo com Coelho, (2013, p.31)

Para ilustrar a grande profusão de processos fotográficos introduzidos no primeiro decênio da fotografia, podemos mencionar o daguerreótipo de Daguerre (1839), o calótipo de William Henry Fox Talbot (1839), os positivos diretos de Hippolyte Bayard (1839), o crisotipo (*chrysotype*) e a cianotipia de Herschel (1842), o processo do papel encerado (*waxed paper*) de Gustave Le Gray (1849), dentre outros. Cf. ROSENBLUM, 2007, pp. 645-646 e SNELLING, Henry H. (1849).

“O trabalho de Mary Somerville foi publicado por John Herschel pois, neste período histórico, as mulheres não podiam publicar pesquisas científicas independentemente” (Cf. FABBRI, 2012, p. 12) APUD (COELHO, 2013, p.31)

Utilizar as técnicas de antotipia e cianotipia pode ser um recurso interessante para se trabalhar nas aulas de química do Ensino Médio, pois traz mais dinâmica as aulas, fazendo com que o aluno possa interpretar melhor a teoria na prática, além de ser uma ferramenta interdisciplinar podendo envolver outras disciplinas como a biologia, física e artes.

Metodologia

Foi se pensando nos problemas relacionados à compreensão dos conteúdos da química pela maioria dos alunos, que decidi propor um trabalho de investigação através da experimentação com um tema bastante comum no cotidiano dos alunos, a fotografia.

Os conteúdos de química presentes nos livros didáticos muitas vezes são passados em sala de aula de uma forma que força o aluno a decorar uma quantidade grande de informações, sem ao menos entender o que ele está decorando. A escola muitas vezes acaba não assumindo o papel de formação de um cidadão crítico, formando apenas um aluno que muitas vezes um aluno que é forçado a “estudar” muito, decorando boa parte dos conteúdos para que seja aceito pela sociedade caso seja aprovado em alguma universidade.

A ideia desse trabalho é contemplar os dois lados da formação do cidadão, trazendo experimentos que o façam questionar no que pode estar ocorrendo, e ao mesmo tempo trazer o conteúdo que é cobrado em diversos vestibulares de uma forma mais divertida, explorando melhor o lado da aplicação dos conteúdos, não abordando apenas o estudo teórico.

O professor que se interessar por essa proposta, deve primeiramente preparar o ambiente (a sala de aula ou o laboratório) para a prática. Tentando isolar a maior quantidade de luz possível do local da oficina, seja colando cartolinas pretas em janelas com vidros, e desligando a luz (lâmpadas fluorescentes costumam emitir muita radiação UV que catalisa a revelação dos reagentes utilizados na técnica).

Como proposta de aula para o professor, após esses procedimentos ele poderia começar o conteúdo de oxiredução com uma apresentação demonstrativa da prática da cianotipia (processo fotográfico histórico alternativo) e após a atividade

abrir uma roda de discussão com os alunos sobre o que eles supõem que pode ter ocorrido nessa revelação fotográfica até chegar ao resultado final (a fotografia revelada). Por se tratar de uma reação fotossensível o professor deve estimular os alunos a pensarem que algo presente nos reagentes que foram usados para a sensibilização do papel deve ser sensível à luz, e qual o tipo de reação envolvido na revelação fotográfica (reações de transferência de elétrons).

Após toda a discussão com alunos, o professor pode propor uma atividade coletiva investigativa, onde os alunos deveriam procurar por “objetos planos” que eles queiram revelar na escola. E após a procura cada aluno poderia produzir sua própria fotografia, sempre tentando interpretar o que está acontecendo em cada etapa da experimentação. Após todo o processo, seria interessante que se tivesse um varal para a secagem das fotografias, que terão que passar por um banho com água corrente para revelarem.

O professor poderia dar uma introdução bem breve depois da prática que a experiência feita com eles trata-se de uma reação de oxiredução (nesse caso com reagentes fotossensíveis) e que para a próxima aula seria interessante que os alunos procurassem na internet sobre alguns exemplos desses tipos de reações, oxiredução e reações fotoquímicas.

Na outra aula, o professor perguntaria aos alunos que tipo de reações eles encontraram na internet, e após o conhecimento prévio (raso) dos alunos sobre o tema o professor voltaria a citar as etapas do experimento da aula passada explicando o que aconteceu em cada etapa, trazendo a relação da prática com a teoria ao aluno. Esse por sua vez terá uma visão diferente de como o próprio cientista se questiona e trabalha arduamente até conseguir resolver um problema, ou trazer uma explicação para um fenômeno. Daí se pode extrair a importância de

se estudar a história da ciência, que tira a concepção errônea que muitos alunos tem do cientista como um ser superdotado de inteligência, e que resolve facilmente os problemas que o cercam.

Após toda essa explicação chega a hora do professor entrar no conteúdo, agora, com os alunos bem mais interessados da importância de se estudar reações de oxidoredução.

Para a prática desse experimento aconselho a leitura do capítulo sobre cianotipia, que abrange toda a revelação fotográfica e os materiais necessários para essa prática. O professor que também se interessar pelo conteúdo de fotografia pode preparar outro tipo de atividade com o processo de revelação fotográfica chamada (antotipia), também presente nesse trabalho.

A antotipia é um pouco diferente da cianotipia, pois, se trata de reações de oxidação de pigmentos presentes em alguns tipos de plantas. A diferença da antotipia está na exposição solar, que costuma ser de no mínimo 3 horas, tirando assim um pouco da surpresa que pode surgir por ver a fotografia revelando em menos de 6 minutos, o que acontece na revelação com os reagentes da cianotipia, mas é uma prática de fácil acesso para os que queiram fazer fotografias em casa por exemplo.

As fotografias produzidas a partir da técnica de antotipia costumam ter pouco tempo de vida, já que oxidam facilmente em contato com o ar, em alguns meses é possível que estas já estejam totalmente apagadas, dependendo de como foram armazenadas. Já as fotografias obtidas a partir da cianotipia não sofrem com esse problema.

Resultados e discussão

Durante as práticas em laboratório (Laboratório de Fotografia da Faculdade de Comunicação Social da Universidade de Brasília) aprendi muito sobre a parte experimental das técnicas de cianotipia e antotipia. No primeiro semestre do ano de 2016 pude juntamente com os alunos da faculdade de artes visuais expor nossos trabalhos na Galeria da UnB da 407 norte. A exposição tinha como nome Monocromos e era sobre os trabalhos com cianotipia e antotipia dos alunos participantes da matéria de fotografia experimental.

Apresentei minha pesquisa sobre antotipia produzida em uma matéria de Técnica em Pesquisa em Química, com a orientação do professor Dr. Eduardo Cavalcanti, aos integrantes do programa Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID). Os mesmos ficaram bastante surpresos com essa aplicação da química e se interessaram bastante pela técnica. No primeiro semestre de 2017 tentarão aplicar na forma de uma oficina as aulas de oxiredução com intuito de melhorar a aprendizagem do conteúdo. Durante meu estágio em docência pude observar que é uma matéria que os alunos têm bastante dificuldade.

Após as experimentações com essas técnicas fotográficas pude entender muito mais sobre os processos que envolvem reagentes fotossensíveis, e principalmente sobre as reações de oxiredução. Pensando-se assim a antotipia e a cianotipia podem ser um recurso interessante para o professor de Ensino.

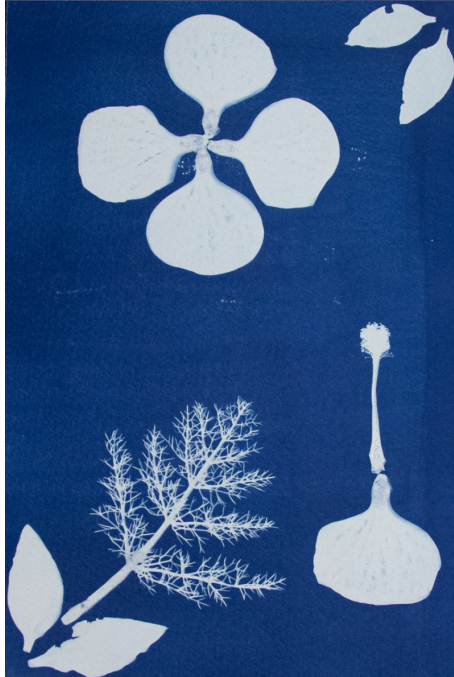
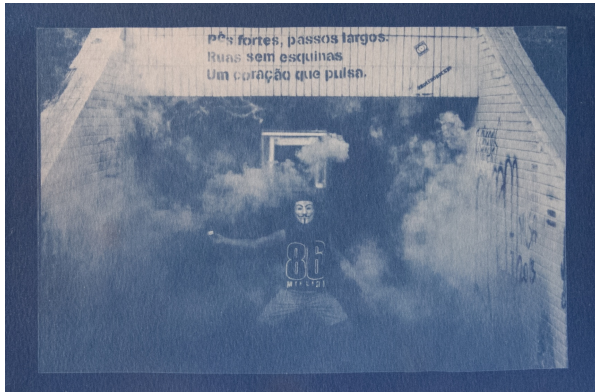
Segue em anexo os resultados que obtive com a técnica (CIANOTIPIA) e a técnica (ANTOTIPIA):



Antes e depois da exposição (antotípias de beterraba e agrião)

Resultados obtidos com a técnica (CIANOTIPIA)







Conclusões

A proposta apresentou grande aceitação em uma oficina que participei com o grupo do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) em uma disciplina de Técnica de Pesquisa em Química tanto dos professores quanto dos alunos que se interessaram bastante pelo tema. Como consequência pode-se reproduzir essa oficina em suas respectivas escolas englobando um número maior de participantes e discutindo o conteúdo de uma forma divertida para os estudantes do Ensino Médio.

Esse trabalho pode me trazer muitos resultados bons, conheci muitas pessoas novas não só da Universidade de Brasília como do resto do Brasil, que gostam muito de fotografia experimental, mas a maioria não tem uma certa afinidade pela parte que envolve a química. Espero que através desse trabalho eu possa mostrar para muitos que existe sim uma relação muito profunda entre a química e a fotografia, que muitos poderiam achar que não existia. Aprendi através desse trabalho o quão árduo é tentar produzir um trabalho de pesquisa completo, e que esse está sendo o começo de muita pesquisa que ainda quero poder produzir nessa área de fotografia experimental voltada para uma visão da química por trás dos processos. Pude compreender que muitas coisas ainda não são entendidas e não foram pesquisadas nessa área e que ainda se tem muito que aprender.

Fico bastante grato por poder ser aceito em uma disciplina exclusiva do curso de comunicação social voltado para alunos das artes visuais, ministrado pela Professora Ruth Sousa que foi minha co-orientadora nesse trabalho. Passei por um ano de muita pesquisa, muito mais experimental que teórica, agora creio que poderei

unir mais a teoria a prática, já que a minha rotina irá mudar um pouco agora que estou formando, mas a pesquisa não para.

Pude entender muito mais sobre a química após esse período de pesquisa e espero poder passar esse conhecimento de ambas as áreas (química e artes visuais) para o máximo de pessoas possível. A fotografia experimental é um conteúdo de bastante importância histórica não só nas ciências como também nas artes, na medicina com os aparelhos de imagem, na comunicação, dentre outras várias áreas de pesquisa.

Esse trabalho poderá mudar não só minha vida como a vida de milhares de alunos e professores que muitas vezes só precisam de um empurrão para poder fazer a diferença no mundo. Espero que esse trabalho possa ser esse empurrão para que a química não seja mais vista como um conteúdo chato, e sim como uma matéria bastante interessante, necessitando apenas de uma visão mais contextualizada para que seja compreendida por todos. É utopia ? –Sim, mas se não for assim como vai ser?

É importante que se crie uma escola onde os alunos tenham prazer em aprender, onde eles saibam usar os conteúdos de química no seu dia-a-dia ao invés de decorar nomes de ácidos e bases, ou tipos de reações. A escola é fundamental para a formação de um cidadão que pensa e se questiona. Não importa o que vamos colher, e sim o que vamos deixar, cultive, construa e plante ações que não sejam apenas para você, mas que sirvam para todos, esse é o papel do cientista, do professor, do aluno, do cidadão, ainda há tempo.

Referências

- 1- Monforte, L. G. Fotografia Pensante. São Paulo: Editora Senac, 1997.
- 2- <http://www.gentequeeduca.org.br/planos-de-aula/escrever-com-luz-os-segredos-da-fotografia> Disponível em: 2016. Acesso em 15 de junho de 2016.
- 3- Química: na abordagem do cotidiano, volume único / Francisco Miragaia Peruuzzo (Tito), Eduardo Leite do Canto. 3. ed. – São Paulo: Moderna, 2007.
- 4- Coelho, A. L.; Antotipia: processo de impressão fotográfica, Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São Paulo, 2013.
- 5- Tudo sobre fotografia/ editora geral: Juliet Hacking; prefácio: David Company [tradução de Fabiano Moraes, Fernanda Abreu e Ivo Korytowski]; Rio de Janeiro: Sextante, 2012.
- 6- Nascimento, F. M. A Química da Fotografia na Perspectiva CTS de Ensino, Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Brasília, Brasília, 2012.